CCF 编程能力等级认证
Grade Examination of Software Programming

C++ 五级

2023 年 9 月

1 单选题（每题 2 分，共 30 分）

第 1 题 近年来，线上授课变得普遍，很多有助于改善教学效果的设备也逐渐流行，其中包括比较常用的手写板，那么它属于哪类设备？（ ）。

- A. 输入
- B. 输出
- C. 控制
- D. 记录

第 2 题 如果 `a` 和 `b` 均为 `int` 类型的变量，且 `b` 的值不为 `0`，那么下列能正确判断“`a` 是 `b` 的3倍”的表达式是（ ）。

- A. `(a >> 3 == b)`
- B. `(a - b) % 3 == 0`
- C. `(a / b == 3)`
- D. `(a == 3 * b)`

第 3 题 如果变量 `a` 和 `b` 分别为 `double` 类型和 `int` 类型，则表达式 `(a = 6, b = 3 * (7 + 8) / 2, b += a)` 的计算结果为（ ）。

- A. `6`
- B. `21`
- C. `28`
- D. 不确定

第 4 题 有关下面C++代码说法错误的是（ ）。

```cpp
// sumA()和sumB()用于求从1到N之和
#include <iostream>
using namespace std;
int sumA(int n) {
    int sum = 0;
    for (int i = 1; i < n + 1; i++)
        sum += i;
    return sum;
}
int sumB(int n) {
    if (n == 1)
        return 1;
    else
        return n + sumB(n - 1);
}
int main() {
    int n = 0;
    cin >> n;
    cout << sumA(n) << " " << sumB(n) << endl;
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** `sumA()` 用循环方式求从 `1` 到 `N` 之和， `sumB()` 用递归方式求从 `1` 到 `N` 之和。
- [ ] **B.** 默认情况下，如果输入正整数 `1000` ，能实现求从 `1` 到 `1000` 之和。
- [ ] **C.** 默认情况下，如果输入正整数 `100000` ，能实现求从 `1` 到 `100000` 之和。
- [ ] **D.** 一般说来， `sumA()` 的效率高于 `sumB()` 。

第 5 题 下面C++代码以递归方式实现字符串反序，横线处应填上代码是（ ）。

```cpp
//字符串反序
#include <iostream>
#include <string>
using namespace std;
string sReverse(string sIn) {
    if (sIn.length() <= 1) {
        return sIn;
    } else {
        return _________ // 此处填写代码
    }
}
int main() {
    string sIn;
    cin >> sIn;
    cout << sReverse(sIn) << endl;
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** `sIn[sIn.length() - 1] + sReverse(sIn.substr(0, sIn.length() - 1));`
- [ ] **B.** `sIn[0] + sReverse(sIn.substr(1, sIn.length() - 1));`
- [ ] **C.** `sReverse(sIn.substr(0, sIn.length() - 1)) + sIn[sIn.length() - 1];`
- [ ] **D.** `sReverse(sIn.substr(1, sIn.length() - 1)) + sIn[sIn.length() - 1];`

第 6 题 印度古老的汉诺塔传说：创世时有三根金刚柱，其中一柱从下往上按照大小顺序摞着64片黄金圆盘，当圆盘逐一从一柱借助另外一柱全部移动到另外一柱时，宇宙毁灭。移动规则：在小圆盘上不能放大圆盘，在三根柱子之间一次只能移动一个圆盘。下面的C++代码以递归方式实现汉诺塔，横线处应填入代码是（ ）。

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
// 递归实现汉诺塔，将N个圆盘从A通过B移动C
// 圆盘从底到顶，半径必须从大到小
void Hanoi(string A, string B, string C, int N) {
    if (N == 1) {
        cout << A << " -> " << C << endl;
    } else {
        Hanoi(A, C, B, N - 1);
        cout << A << " -> " << C << endl;
        _________; // 此处填写代码
    }
}
int main() {
    Hanoi("甲", "乙", "丙", 3);
    return 0;
}
```

- ☐ **A.** `Hanoi(B, C, A, N - 2)`
- ☐ **B.** `Hanoi(B, A, C, N - 1)`
- ☐ **C.** `Hanoi(A, B, C, N - 2)`
- ☐ **D.** `Hanoi(C, B, A, N - 1)`

第 7 题 根据下面C++代码的注释，两个横线处应分别填入（ ）。

```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
using namespace std;

bool isOdd(int N) {
    return N % 2 == 1;
}
bool compare(int a, int b) {
    if (a % 2 == 0 && b % 2 == 1)
        return true;
    return false;
}
int main() {
    vector<int> lstA; // lstA是一个整型向量
    for (int i = 1; i < 100; i++)
        lstA.push_back(i);
    // 对lstA成员按比较函数执行结果排序
    sort(lstA.begin(), lstA.end(), _________); // 此处填写代码1

    vector<int> lstB;
    for (int i = 0; i < lstA.size(); i++) // lstB成员全为奇数
        if (____________) // 此处填写代码2
            lstB.push_back(lstA[i]);

    cout << "lstA: ";
    for (int i = 0; i < lstA.size(); i++)
        cout << lstA[i] << " ";
    cout << endl;

    cout << "lstB: ";
    for (int i = 0; i < lstB.size(); i++)
        cout << lstB[i] << " ";
    cout << endl;
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** `compare` 和 `isOdd(lstA[i])`
- [ ] **B.** `compare(x1,y1)` 和 `isOdd`
- [ ] **C.** `compare` 和 `isOdd`
- [ ] **D.** `compare(x1,y1)` 和 `isOdd(lstA[i])`

第 8 题 有关下面代码正确的是（ ）。

```cpp
// 在C++语言中，可以通过函数指针的形式，将一个函数作为另一个函数的参数。
// 具体来说：bool checkNum(bool (*Fx)(int), int N); 声明了一个函数，
// 其第一个参数是函数指针类型，指向一个接收一个int参数且返回值为bool的函数。
#include <iostream>
using namespace std;

bool isEven(int N) {
    return N % 2 == 0;
}
bool checkNum(bool (*Fx)(int), int N) {
    return Fx(N);
}
int main() {
    cout << checkNum(isEven, 10) << endl;
    return 0;
}
```

- ☐ **A.** `checkNum()` 函数定义错误。
- ☐ **B.** 将 `isEven` 作为 `checkNum()` 参数将导致错误。
- ☐ **C.** 执行后将输出 `1` 。
- ☐ **D.** 运行时触发异常。

第 9 题 有关下面C++代码正确的是（ ）。

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

bool isOdd(int N) {
    return N % 2 == 1;
}
int Square(int N) {
    return N * N;
}
bool checkNum(bool (*Fx)(int), int x) {
    return Fx(x);
}
int main() {
    cout << checkNum(isOdd, 10) << endl;    // 输出行A
    cout << checkNum(Square, 10) << endl;  // 输出行B
    return 0;
}
```

- ☐ **A.** `checkNum()` 函数定义错误。
- ☐ **B.** 输出行 `A` 的语句将导致编译错误。
- ☐ **C.** 输出行 `B` 的语句将导致编译错误。
- ☐ **D.** 该代码没有编译错误。

第 10 题 下面代码执行后的输出是（ ）。

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

int jumpFloor(int N) {
    cout << N << "#";
    if (N == 1 || N == 2) {
        return N;
    } else {
        return jumpFloor(N - 1) + jumpFloor(N - 2);
    }
}
int main() {
    cout << jumpFloor(4) << endl;
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** `4#3#2#2#4`
- [ ] **B.** `4#3#2#2#1#5`
- [ ] **C.** `4#3#2#1#2#4`
- [ ] **D.** `4#3#2#1#2#5`

第 11 题 下面代码中的 `isPrimeA()` 和 `isPrimeB()` 都用于判断参数 `N` 是否素数，有关其时间复杂度的正确说法是（ ）。

```cpp
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;

bool isPrimeA(int N) {
    if (N < 2)
        return false;
    for (int i = 2; i < N; i++)
        if (N % i == 0)
            return false;
    return true;
}
bool isPrimeB(int N) {
    if (N < 2)
        return false;
    int endNum = int(sqrt(N));
    for (int i = 2; i <= endNum; i++)
        if (N % i == 0)
            return false;
    return true;
}
int main() {
    cout << boolalpha;
    cout << isPrimeA(13) << " " << isPrimeB(13) << endl;
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$，`isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(\log N)$，`isPrimeB()` 优于 `isPrimeA()`。

- [ ] **B.** `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$，`isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(N^{\frac{1}{2}})$，`isPrimeB()` 优于 `isPrimeA()` 。

- [ ] **C.** `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(N^{\frac{1}{2}})$，`isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$，`isPrimeA()` 优于 `isPrimeB()` 。

- [ ] **D.** `isPrimeA()` 的最坏时间复杂度是 $O(\log N)$，`isPrimeB()` 的最坏时间复杂度是 $O(N)$，`isPrimeA()` 优于 `isPrimeB()`

第 12 题 下面代码用于归并排序，其中 `merge()` 函数被调用次数为（ ）。

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;

void mergeSort(int * listData, int start, int end);
void merge(int * listData, int start, int middle, int end);

void mergeSort(int * listData, int start, int end) {
    if (start >= end)
        return;
    int middle = (start + end) / 2;
    mergeSort(listData, start, middle);
    mergeSort(listData, middle + 1, end);
    merge(listData, start, middle, end);
}
void merge(int * listData, int start, int middle, int end) {
    int leftSize = middle - start + 1;
    int rightSize = end - middle;

    int * left = new int[leftSize];
    int * right = new int[rightSize];
    for (int i = 0; i < leftSize; i++)
        left[i] = listData[start + i];
    for (int j = 0; j < rightSize; j++)
        right[j] = listData[middle + 1 + j];

    int i = 0, j = 0, k = start;
    while (i < leftSize && j < rightSize) {
        if (left[i] <= right[j]) {
            listData[k] = left[i];
            i++;
        } else {
            listData[k] = right[j];
            j++;
        }
        k++;
    }

    while (i < leftSize) {
        listData[k] = left[i];
        i++;
        k++;
    }
    while (j < rightSize) {
        listData[k] = right[j];
        j++;
        k++;
    }
    delete[] left;
    delete[] right;
}
int main() {
    int lstA[] = {1, 3, 2, 7, 11, 5, 3};
    int size = sizeof(lstA) / sizeof(lstA[0]);

    mergeSort(lstA, 0, size - 1); // 对lstA执行归并排序

    for (int i = 0; i < size; i++)
        cout << lstA[i] << " ";
    cout << endl;
```

```
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** 0
- [ ] **B.** 1
- [ ] **C.** 6
- [ ] **D.** 7

第 13 题 在上题的归并排序算法中，`mergeSort(listData, start, middle);` 和 `mergeSort(listData, middle + 1, end);` 涉及到的算法为（ ）。

- [ ] **A.** 搜索算法
- [ ] **B.** 分治算法
- [ ] **C.** 贪心算法
- [ ] **D.** 递推算法

第 14 题 归并排序算法的基本思想是（ ）。

- [ ] **A.** 将数组分成两个子数组，分别排序后再合并。
- [ ] **B.** 随机选择一个元素作为枢轴，将数组划分为两个部分。
- [ ] **C.** 从数组的最后一个元素开始，依次与前一个元素比较并交换位置。
- [ ] **D.** 比较相邻的两个元素，如果顺序错误就交换位置。

第 15 题 有关下面代码的说法正确的是（ ）。

```cpp
#include <iostream>

class Node {
public:
    int Value;
    Node * Next;

    Node(int Val, Node * Nxt = nullptr) {
        Value = Val;
        Next = Nxt;
    }
};

int main() {
    Node * firstNode = new Node(10);
    firstNode->Next = new Node(100);
    firstNode->Next->Next = new Node(111, firstNode);
    return 0;
}
```

- [ ] **A.** 上述代码构成单向链表。
- [ ] **B.** 上述代码构成双向链表。
- [ ] **C.** 上述代码构成循环链表。
- [ ] **D.** 上述代码构成指针链表。

2　判断题（每题 2 分，共 20 分）

第 1 题 TCP/IP的传输层的两个不同的协议分别是UDP和TCP。

第 2 题 在特殊情况下流程图中可以出现三角框和圆形框。

第 3 题 找出自然数 `N` 以内的所有质数，常用算法有埃氏筛法和线性筛法，其中埃氏筛法效率更高。

第 4 题 在C++中，可以使用二分法查找链表中的元素。

第 5 题 在C++中，通过恰当的实现，可以将链表首尾相接，形成循环链表。

第 6 题 贪心算法的解可能不是最优解。

第 7 题 一般说来，冒泡排序算法优于归并排序。

第 8 题 C++语言中的 `qsort` 库函数是不稳定排序。

第 9 题 质数的判定和筛法的目的并不相同，质数判定旨在判断特定的正整数是否为质数，而质数筛法意在筛选出范围内的所有质数。

第 10 题 下面的C++代码执行后将输出 `0 5 1 6 2 3 4` 。

```cpp
#include <iostream>
#include <algorithm>
using namespace std;

bool compareModulo5(int a, int b) {
    return a % 5 < b % 5;
}
int main() {
    int lst[7];
    for (int i = 0; i < 7; i++)
        lst[i] = i;

    // 对序列所有元素按compareModulo5结果排序
    sort(lst, lst + 7, compareModulo5);

    for (int i = 0; i < 7; i++)
        cout << lst[i] << " ";
    cout << endl;
    return 0;
}
```

3　编程题（每题 25 分，共 50 分）

3.1　编程题 1

- **试题编号**：2023-09-23-05-C-01
- **试题名称**：因数分解
- **时间限制**：1.0 s
- **内存限制**：128.0 MB

3.1.1 问题描述

每个正整数都可以分解成素数的乘积，例如：$6 = 2 \times 3$、$20 = 2^2 \times 5$

现在，给定一个正整数N，请按要求输出它的因数分解式。

3.1.2 输入描述

输入第一行，包含一个正整数N。约定$2 \leq N \leq 10^{12}$

3.1.3 输出描述

输出一行，为N的因数分解式。要求按质因数由小到大排列，乘号用星号*表示，且左右各空一格。当且仅当一个素数出现多次时，将它们合并为指数形式，用上箭头^表示，且左右不空格。

3.1.4 样例输入1

```
6
```

3.1.5 样例输出1

```
2 * 3
```

3.1.6 样例输入2

```
20
```

3.1.7 样例输出2

```
2^2 * 5
```

3.1.8 样例输入3

```
23
```

3.1.9 样例输出3

```
23
```

3.2 编程题 2

- **试题编号**：2023-09-23-05-C-02
- **试题名称**：巧夺大奖
- **时间限制**：1.0 s
- **内存限制**：128.0 MB

3.2.1 问题描述

小明参加了一个巧夺大奖的游戏节目。主持人宣布了游戏规则：

1、游戏分为n个时间段，参加者每个时间段可以选择一个小游戏。

2、游戏中共有n个小游戏可供选择。

3、每个小游戏有规定的时限和奖励。对于第i个小游戏，参加者必须在第T_i个时间段结束前完成才能得到奖励R_i。

小明发现，这些小游戏都很简单，不管选择哪个小游戏，他都能在一个时间段内完成。关键问题在于，如何安排每个时间段分别选择哪个小游戏，才能使得总奖励最高？

3.2.2 输入描述

输入第一行，包含一个正整数n。n既是游戏时间段的个数，也是小游戏的个数。约定$1 \leq n \leq 500$。

输入第二行，包含n个正整数。第i个正整数为T_i，即第i个小游戏的完成期限。约定$1 \leq T_i \leq n$。

输入第三行，包含n个正整数。第i个正整数为R_i，即第i个小游戏的完成奖励。约定$1 \leq R_i \leq 1000$。

3.2.3 输出描述

输出一行，包含一个正整数C，为最高可获得的奖励。

3.2.4 样例输入1

```
7
4 2 4 3 1 4 6
70 60 50 40 30 20 10
```

3.2.5 样例输出1

```
230
```

3.2.6 样例解释1

7个时间段可分别安排完成第4、2、3、1、6、7、5个小游戏，其中第4、2、3、1、7个小游戏在期限内完成。因此，可以获得总计$40+60+50+70+10=230$的奖励。